

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПИТТИНГОВ В НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ

Беликов С.В., Карабаналов М.С., Сергеева К.И., Белоногова Н.В.

Руководитель – проф., д.т.н. Попов А.А.

ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина", г. Екатеринбург, lovelynat@mail.ru

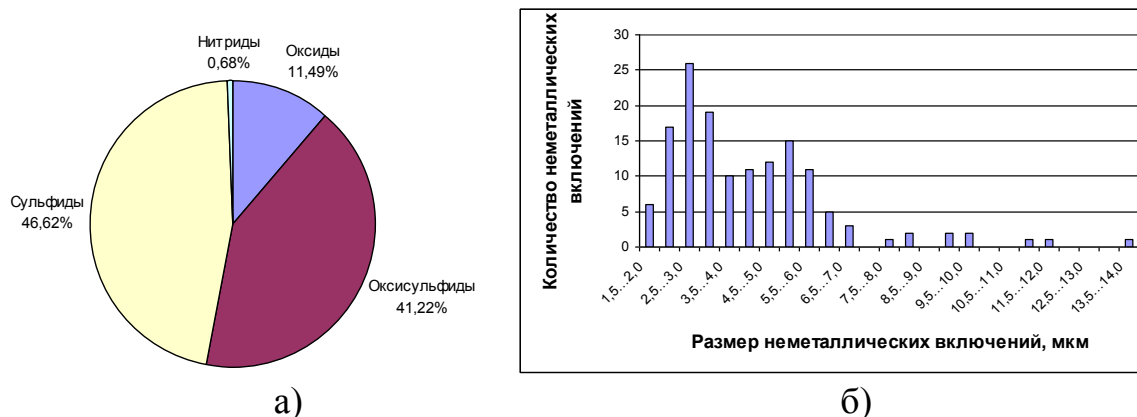
В данной работе апробирована методика определения коррозионно-активных неметаллических включений с помощью растровой электронной микроскопии посредством построения карт распределения неметаллических включений. В качестве материала исследования выбрана сталь 13ХФА, выплавленная по серийной технологии на ОАО «Северский трубный завод».

При традиционной оценке неметаллических включений на нетравленном шлифе в оптическом микроскопе, предусмотренной ГОСТ - 1778, невозможно определить включения, влияющие на коррозионную стойкость материала. Для анализа загрязненности металла по КАНВ был разработан метод [1], предусматривающий обработку поверхности шлифа специальными реактивами. Выявляемым признаком коррозионно-активных неметаллических включений служит темный ореол, ограничивающий область пониженной травимости стали вокруг включения. При использовании данной методики можно определить плотность включений по поверхности образца, но невозможно установить размер включений и их химический состав, поскольку при воздействии реактива на неметаллические включения происходит частичное растворение данных включений.

Таким образом, была разработана методика с использованием растровой электронной микроскопии для построения карт распределения неметаллических включений на исследуемой поверхности для определения состава и распределения неметаллических включений, влияющих на коррозию, по поверхности. Для этого на зеркально отполированном нетравленном образце определялось местоположение и химический состав включений. После построения карты распределения неметаллических включений было оценено процентное содержание каждого типа включений и построена зависимость распределения количества неметаллических включений от размера (рисунок 1).

Получено, что сульфидные и окисульфидные включения занимают равные доли от всего числа включений в образце. Нитридов очень мало,

оксидные включения занимают 11,49 % от всех включений. Основную долю неметаллических включений составляют включения размером до 6,0 мкм.



а – процентное соотношение типов неметаллических включений; б – зависимость распределения количества неметаллических включений от размера

Рисунок 1. Данные, полученные после построения карты распределения неметаллических включений до проведения коррозионных испытаний

Для оценки поведения неметаллических включений в коррозионной среде производилась выдержка исследуемых образцов в течение 15 минут в растворе, содержащем 5,0 весовых процентов NaCl и 0,5 весовых процентов кристаллической уксусной кислоты в дистиллированной воде [2]. После проведения коррозионных испытаний наблюдается изменение химического состава включений, вследствие их взаимодействия с раствором, что расценивается программным обеспечением к микроскопу как переход их из одного типа включений в другой. На рисунке 2 представлено процентное соотношение типов неметаллических включений после коррозионных испытаний. По данным рисунка видно, что большую часть включений составляют оксиды.

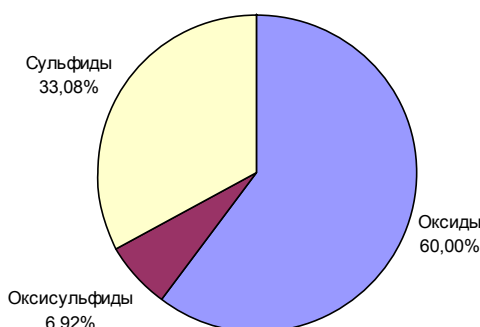


Рисунок 2. Процентное соотношение типов неметаллических включений после проведения коррозионных испытаний

После проведения коррозионных испытаний наиболее сильно изменилось количество окисульфидных включений. Таким образом, данный тип включений является коррозионно-опасным, так как при воздействии раствора сульфидная часть включения растворилась. По той же причине сульфидные включения являются коррозионно-опасными. Однако коррозионная опасность включений обоих типов определяется только их сульфидной составляющей.

Применение растровой электронной микроскопии при определении КАНВ дает более подробные результаты о составе включений, их форме и о характере влияния на коррозионные процессы, так как можно построить карту распределения неметаллических включений до испытаний в коррозионной среде, что позволяет знать состав одного и того же неметаллического включения до и после проведения коррозионных испытаний. Это позволяет прогнозировать поведение различного рода неметаллических включений в коррозионной среде.

1 Методика оценки степени загрязненности стали коррозионно-активными неметаллическими включениями. НИФХИ им.Л.Я. Карпова, ОАО «Северсталь», 2004. 2с.

2 NACE International Standard Test Method, ANSI/NACE Standard TM0177-96 Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking in Hydrogen Sulfide (H₂S) Environments Item No. 21212, Revised Dec. 23, 1996, 35 pages, Houston, TX, USA